Задания, ответы и критерии оценивания

Задача №1 (20 баллов)

Беспилотный летательный аппарат массой 20 *кг* падает с высоты 20 *м* из состояния покоя и в момент удара о Землю имеет скорость 15 *м/с*. Определить, чему равна работа силы сопротивления воздуха, а также, величину этой силы. Ускорение свободного падения g = 9,81 *м*/с^2.

Решение:

Работа силы сопротивления равна разности энергий в указанных положениях.

1 Энергия аппарата в верхней точке равна его потенциальной энергии:

$$E_1 = m \cdot g \cdot h.$$

2 Энергия в момент удара о Землю равна его кинетической энергии

$$E_2 = \frac{m \cdot v^2}{2}.$$

3 Работа, совершенная силой сопротивления

$$A = E_1 - E_2 = m \cdot g \cdot h - \frac{m \cdot v^2}{2},$$

$$A = 20 \cdot 9{,}81 \cdot 20 - \frac{20 \cdot (15)^2}{2} = 3924 - 2250 = 1674 \text{ (Дж)}$$

4 Сила сопротивления воздуха, совершившая работу:

$$F = \frac{A}{h},$$

$$F = \frac{1674}{20} = 83{,}7 \text{ (Н)}$$

Ответ: A = 1674 Дж; F = 83,7 Н.

Задача №2 (10 баллов)

Беспилотный летательный аппарат самолетного типа для взлета должен приобрести скорость v= 250 км/ч. Сколько времени длится разгон, если эта скорость достигается в конце взлетной полосы длиной в 1,0 км? Каково ускорение летательного аппарата?

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$$v = 250 \text{ км/ч} = 69{,}4 \text{ м/с}; \; S = 1{,}0 \text{ км} = 10^3 \text{ м}.$$

2. Для определения времени t и ускорения a необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} v = v_0 + at \\ S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \end{cases}$$

Так как начальная скорость $v_0 = 0$, то система уравнений запишется:

$$\begin{cases} v = at; \\ S = \frac{at^2}{2}; \end{cases}$$

Отсюда $t = \frac{v}{a}$.

3. Ускорение аппарата

$$a = \frac{v^2}{2S};$$

$$a = \frac{69{,}4^2}{2 \cdot 10^3} = 2{,}4 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

4. Время разгона

$$T = \frac{69{,}4}{2{,}4} = 28{,}92 \text{ (сек)}.$$

Ответ: a = 2,4м/с^2; t = 28,9 сек.

Задача №3 (30 баллов)

Беспилотный летательный аппарат самолетного типа с реактивным двигателем летит вдоль экватора с запада на восток со скоростью υ = 1800 км/ч. Масса аппарата m =10 т. На сколько изменится подъемная сила, действующая на аппарат, если он будет лететь с той же скоростью с востока на запад. Период обращения Земли T = 24 ч. Принять π = 3,14.

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$$\upsilon = 1800 \text{ км/ч.} = 500 \text{ м/с} ; m = 10т = 10\,000\ кг;\ T = 24 \text{ ч} = 86{,}4 \cdot 10^3 \text{ с.}$$

2. Равнодействующая силы тяжести и подъемной силы $F_п$ сообщает аппарату центростремительное ускорение. При движении с запада на восток скорости аппарата и Земли складываются:

$$\frac{m\cdot(w\cdot R+\upsilon)^2}{R} = m\cdot g - F_{1п}\ , \qquad (1)$$

где *w*угловая скорость Земли, R – ее радиус.

3. Если аппарат летит в обратном направлении

$$\frac{m\cdot(w\cdot R-\upsilon)^2}{R} = m\cdot g - F_{2п}; \qquad (2)$$

Из (1) вычтем (2)

$$\Delta F_п = F_{2п} - F_{1п} = \frac{m\cdot(w\cdot R+\upsilon)^2}{R} - \frac{m\cdot(w\cdot R-\upsilon)^2}{R} = 4m\frac{2\pi}{T}\upsilon.$$

Угловая скорость Земли определяется по формуле

$$w = \frac{2\pi}{T}.$$

Подъемная сила изменится на величину

$$\Delta F_п = 4m\frac{2\pi}{T}\upsilon;$$

$$\Delta F_п = 4\cdot 10000\frac{2\cdot 3{,}14}{86{,}4\cdot 10^3}\cdot 500 = 1453{,}7 \text{ (Н).}$$

Ответ: $\Delta F_п$ = 1453,7 Н

Задача №4 (40 баллов) Проектная задача

Разработать беспилотный летательный аппарат самолетного типа с неограниченной дальностью полета.

Решить поставленную задачу может только летательный аппарат с ядерной силовой установкой. Источником энергии на БПЛА подобного типа является ядерный реактор, в котором происходит цепная реакция деления ядер урана-235 или плутония-239. Делящееся вещество находится в реакторе в виде тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), имеющих форму цилиндрических стержней.

В двигателе в качестве рабочего тела используется атмосферный воздух, который за счет скоростного напора или турбокомпрессора поступает в реактор, нагревается за счет контакта с тепловыделяющими элементами и через сопловый аппарат истекает в атмосферу в виде высокотемпературной реактивной струи.

Аппарат с таким двигателем может находится в воздухе неограниченное время и перемещаться на любую дальность.

Проектируемый аппарат должен удовлетворять следующимтребованиям.

1) аппарат должен иметь ядерную силовую установку;
2) масса аппарата 5 тонн;
3) дальность полета – не ограничена.
4) длительность полета – не ограничена.
5) скорость полета 900 – 1300 км/ч.
6) высота полета от 15 до 10^4 метров.
7) система управления – автономная.

Для успешного выполнения поставленных задач необходимо определить основные параметры летательного аппарата и показать его возможности.

Задание 1.

Определить расход урана –235 в сутки, если мощность ядерного реактора $N_1 = 10^6$ Вт. Энергия, выделяющаяся при делении одного ядра $E_0 = 0{,}32 \cdot 10^{-10}$ Дж; Коэффициент полезного действия $\eta = 0{,}2$, $\mu = 235 \cdot 10^{-3}$ *кг/моль* (молярная масса); $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$(число Авогадро).

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$$t = 24 \text{ ч} = 86{,}4 \cdot 10^3 \text{ с}.$$

2. Коэффициент полезного действия установки

$$\eta = \frac{N_1}{N},$$

где N – полная мощность

3. Полная мощность .

$$N = \frac{E}{t},$$

где E – энергия, выделяющаяся при делении m урана за время t.

4. Количество делящихся ядер урана за время t

$$n = \frac{m}{\mu} N_A.$$

5. Выделяющаяся энергия

$$E = E_0 \cdot \frac{m}{\mu} \cdot N_A$$

6. Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{N_1 \mu t}{E_0 \cdot m \cdot N_A},$$

откуда

$$m = \frac{N_1 \cdot \mu \cdot t}{\eta \cdot E_0 \cdot N_A},$$

7. Расход урана –235 за одни сутки

$$m = \frac{10^6 \cdot 235 \cdot 10^{-3} \cdot 24 \cdot 3600}{0{,}2 \cdot 0{,}32 \cdot 10^{-10} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}} = 5{,}2 \cdot 10^{-3} \ (кг)$$

Ответ: m = 5,2 $\cdot 10^{-3}$ *кг*.

Задание 2.

Беспилотный летательный аппарат массой m = 3 т для взлета должен иметь скорость υ = 360 км/ч. и длину разбега 600 м. Какова должна быть минимальная мощность двигателя, необходимая для взлета аппарата? Коэффициент трения колес о землю K = 0,2. Движение при разгоне считать равноускоренным. Ускорение свободного падения g = 9,81 м/с^2.

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

υ = 360 км/ч = 100 м/с; m = 3 т = 3 $\cdot 10^3$ кг.

2. Минимальная мощность двигателя

$$N_{min} = F_т \cdot \upsilon.$$

3. Сила тяги

$$F_т - K \cdot P = m \cdot a,$$

где P – вес аппарата

$$P = m \cdot g.$$

4. Ускорение аппарата

$$a = \frac{\upsilon^2}{2S}$$

5. Минимальная мощность

$$N_{min} = m \left(\frac{\upsilon^2}{2S} + K \cdot g\right) \cdot \upsilon,$$

$$N_{min} = 3 \cdot 10^3 \left(\frac{100^2}{2 \cdot 600} + 0{,}2 \cdot 9{,}81\right) \cdot 100 = 3{,}1 \cdot 10^6 \text{ (Вт)}.$$

Ответ: N_{min} **= 3,1** $\cdot 10^6$ **Вт.**

Задание 3.

Представить компоновочную схему беспилотного летательного аппарата с пояснением составных частей и кратким его описанием работы.

Справочная информация для выполнения расчетов.

$C = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме ; $\mu = 235 \cdot 10^{-3}$ *кг/моль* – молярная масса урана.; $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ число Авогадро.

Критерии оценки задач 1-3

Задача № 1

Максимальное количество баллов **– 20 баллов**

Баллы	Критерии оценивания
20	Полное верное решение
16-19	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
11-15	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
5-10	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-5	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача №2

Максимальное количество баллов –**10 баллов**

Баллы	Критерии оценивания
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача № 3

Максимальное количество баллов **– 30 баллов**

Баллы	Критерии оценивания
30	Полное верное решение
21-29	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
15-21	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.Не указан полный вывод уравнений и формул
8-14	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-7	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Критерии оценки проектов школьников.

Задание включает одну часть – проектную.

1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи.
2. Максимальная оценка **40 баллов.**
3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

Оценка проектной части проводится по следующим критериям:

– верное решение расчетных задач.

Задача 1 – Максимум 10 баллов

Баллы	Критерии оценивания
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача 2 – Максимум 10 баллов

Баллы	Критерии оценивания
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

– логика изложения описания работы БПЛА: Описание того, как получена идея, описание решений по ее воплощению; конструкторско – технологическая проработка.

Максимум 10 баллов

Баллы	Критерии оценивания
9-10	Четкая логическая последовательность изложения, наличие введения, основной части и заключения. Все выводы логически вытекают из предыдущих рассуждений. Грамотное использование терминологии
7-8	Логичная структура с небольшими нарушениями последовательности. Основные выводы логичны, но есть небольшие нарушения в цепочке рассуждений. Единичные нарушения связности текста

5-6	Частичное соблюдение структуры, некоторые пропуски логических связей. Частичная логическая связь между утверждениями и обоснование решений. Поверхностный анализ основных вопросов. Проблемы с читаемостью текста
3-4	Слабая структурированность материала и связь между элементами рассуждения. Минимальное обоснование. Нарушение последовательности изложения. Отсутствие четких обоснований
1-2	Отсутствие структуры изложения и логической связи между утверждениями. Хаотичная подача материала
0	Описание работы БПЛА отсутствует или не соответствует заданию

– компоновочная схема БПЛА с пояснением составных частей.

Максимум 10 баллов.

Баллы	**Критерии оценивания**
9-10	Грамотное размещение всех основных элементов с учетом аэродинамики. Четкие, понятные линии, хорошая читаемость схемы. Все ключевые элементы присутствуют и обозначены. Точное соблюдение пропорций всех элементов. Обоснованное размещение всех систем с учетом их взаимодействия
7-8	Корректное расположение основных узлов, небольшие недочеты в компоновке. Хорошая проработка, небольшие недочеты в аккуратности. Допустимые отклонения в масштабе. Частичные проблемы с читаемостью мелких элементов
5-6	Частично верное размещение элементов. Частичная четкость изображения компонентов и соблюдение пропорций. Неполное соответствие аэродинамическим требованиям.
3-4	Существенные ошибки в компоновке. Размытые линии, плохая читаемость. Существенные пропуски элементов. Отсутствие учета аэродинамики. Значительные проблемы с читаемостью
1-2	Отсутствие логичной компоновки. Неразборчивая схема. Крайне неполное отображение. Полное отсутствие аккуратности
0	Компоновочная схема отсутствует или не соответствует заданию

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача №1 (10 баллов)

Беспилотный летательный аппарат самолетного типа, летящий на высоте h =2940 м со скоростью υ=360 км/ч., сбросил полезный груз. За какое времятдо прохождения над точкой приземления груза и на каком расстоянии Sот нее аппарат должен сбросить полезный груз, чтобы попасть в заданную точку? Ускорение свободного падения g = 9,81м/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

υ=360 км/ч. =100 м/с.

2. Полезный груз одновременно участвует в горизонтальном и вертикальном движениях.

Время полета полезного груза определится из уравнения:

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 2940}{9{,}81}} = 24{,}48 \text{ (сек)}$$

3. Искомое расстояние:

$$S = \upsilon \cdot t;$$

$$S = \upsilon \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}};$$

$$S = 100\sqrt{\frac{2 \cdot 2940}{9{,}81}} = 2448 \text{ (м)}$$

Ответ:t = 24,48 сек, S = 2448 м.

Задача №2 (20 баллов)

Какое расстояние преодолеет беспилотный летательный аппарат. При запасе топлива (керосин) 40 литров, сила тяги двигателя составляет 35,3 кН.Коэффициент полезного действия η =0,18, удельная теплота сгорания топлива , q = 4,6 · 10^7 Дж/кг, плотность топлива, ρ = 0,7 ·10^3 кг/м^3. Движение считать равномерным.

·**Решение:**

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$$P = 35300 \text{ Н.}$$

2. Полезная работа

$$A_п = S \cdot P.$$

3. Работа, совершенная двигателем

$$A_з = q \cdot m.$$

4. Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{A_п}{A_з} = \frac{S \cdot P}{q \cdot m}$$

5. Пройденный путь

$$S = \frac{\eta \cdot q \cdot \rho \cdot V}{P}$$

$$S = \frac{0{,}18 \cdot 4{,}6 \cdot 10^7 \cdot 0{,}7 \cdot 10^3 \cdot 0.04}{35{,}3 \cdot 10^3} = 6567(\text{м})$$

Ответ: S = 6567 м.

Задача №3 (30 баллов)

Два беспилотных летательных аппарата массами m_1 = 25 *кг* иm_2 = 15 *кг* движутся навстречу друг другу со скоростямиv_1 = 6 м/с и v_2 = 2 м/с. Определить

1) скорости аппаратов после удара;
2) кинетические энергии аппаратов до и после удара;
3) энергию, затраченнуюна деформациюаппаратов при ударе.

Удар считать прямым, не упругим.

Решение:

1. После удара аппараты не восстанавливают первоначальную форму и движутся совместно с одинаковой скоростью.

$$m_1 \cdot \vec{v_1} + m_2 \cdot \vec{v_2} = (m_1 + m_2)\,\vec{u}$$

2. Скорость аппаратов после удара:

$$\vec{u} = \frac{m_1 \cdot \vec{v_1} + m_2 \cdot \vec{v_2}}{m_1 + m_2};$$

$$u = \frac{25 \cdot 6 + 15 \cdot 2}{25 + 15} = 4{,}5 \text{ (м/с)}.$$

3. Кинетическая энергия аппаратов до и после удара:

$$T_1 = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2};$$

$$T_1 = \frac{25 \cdot 6^2}{2} + \frac{15 \cdot 4^2}{2} = 570 \text{ (Дж)}.$$

$$T_2 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot u^2}{2};$$

$$T_2 = \frac{(25+15) \cdot 3^2}{2} = 180 \text{(Дж)}.$$

4. Энергия деформации аппаратов.

$$П = T_1 - T_2$$

$$П = 570 - 180 = 390 \text{ Дж}.$$

Ответ u = 3 м/с; T_1 = 570 Дж; T_2 = 180 Дж; П = 390 Дж.

Задача №4 (40 баллов) Проектная задача

Разработать беспилотный летательный аппарат самолетного типа с неограниченной дальностью полета.

Решить поставленную задачу может только летательный аппарат с ядерной силовой установкой. Источником энергии на БПЛА подобного типа является ядерный реактор, в котором происходит цепная реакция деления ядер урана-235 или плутония-239. Делящееся вещество находится в реакторе в виде тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), имеющих форму цилиндрических стержней.

В двигателе в качестве рабочего тела используется атмосферный воздух, который за счет скоростного напора или турбокомпрессора поступает в реактор, нагревается за счет контакта с тепловыделяющими элементами и через сопловый аппарат истекает в атмосферу в виде высокотемпературной реактивной струи.

Аппарат с таким двигателем может находиться в воздухе неограниченное время и перемещаться на любую дальность.

Проектируемый аппарат должен удовлетворять следующим требованиям.

1) аппарат должен иметь ядерную силовую установку;
2) масса аппарата 5 тонн;
3) дальность полета – не ограничена;
4) длительность полета – не ограничена;
5) скорость полета 900 – 1300 км/ч;
6) высота полета от 15 до 10^4 метров;
7) система управления – автономная.

Для успешного выполнения поставленных задач необходимо определить основные параметры летательного аппарата и показать его возможности.

Задание 1.

Ядерный реактор беспилотного летательного аппарата самолетного типа с турбореактивным двигателем (рабочее тело – воздух) превращает в энергию 1 грамм урана – 235 в сутки. Какова его мощность? Скорость света в вакууме с = $3\cdot 10^8$ м/с.

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$$m = 1\ г = 10^{-3} кг.$$

2. Энергия, выделяемая при превращении урана

$$E = 10^{-3}\cdot (3\cdot 10^8)^2 = 10^{-3}\cdot 9\cdot 10^{16} = 9\cdot 10^{13}\ (Дж).$$

3. Мощность реактора

$$P = \frac{E}{t},$$

$$P = \frac{9\cdot 10^{13}}{3600\cdot 24} = 1{,}04\cdot 10^9\ (Вт).$$

Ответ: $P = 1{,}04\cdot 10^9$ Вт.

Задание 2.

Какое количество урана – 235 потребуется для облета Земли по экватору?

Мощность реактора $P = 10^9$ Вт, длина окружности экватора $\ell = 40\cdot 10^3$ *км,* скорость аппарата υ = 900 *км/ч*, скорость света $c = 3\cdot 10^8$ *м/с.*

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

$\ell = 40\cdot 10^3$ *км* $= 40\cdot 10^6$ *м;* $\upsilon = 900$ *км/ч* $= 250$ *м/с.*

2. Энергия, выделяемая реактором при делении урана – 235:

$$m\cdot c^2 = P\cdot t\ .$$

3. Время работы реактора:

$$t = \frac{\ell}{\upsilon}$$

4. Затраченная масса урана – 235

$$m = \frac{P\cdot \ell}{\upsilon\cdot c^2}$$

$$m = \frac{1{,}04\cdot 10^9\cdot 40\cdot 10^6}{250\cdot (3\cdot 10^8)^2} = 1{,}8\cdot 10^{-3}\ (кг).$$

Ответ: $m = 1{,}8\cdot 10^{-3} кг.$

Задание 3.

Представить компоновочную схему беспилотного летательного аппарата с пояснением составных частей и кратким его описанием работы.

Критерии оценки задач 1-3

Задача № 1

Максимальное количество баллов –**10 баллов**

Баллы	Критерии оценивания
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача №2

Максимальное количество баллов **– 20 баллов**

Баллы	Критерии оценивания
20	Полное верное решение
16-19	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
11-15	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
5-10	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-5	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача № 3

Максимальное количество баллов **– 30 баллов**

Баллы	Критерии оценивания
30	Полное верное решение
21-29	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
15-21	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.Не указан полный вывод уравнений и формул
8-14	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-7	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Критерии оценки проектов школьников.

Задание включает одну часть – проектную.

1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи.

2.Максимальная оценка **40 баллов.**

3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

Оценка проектной части проводится по следующим критериям:

– верное решение расчетных задач.

Задача 1 – Максимум 10 баллов

Баллы	Критерии оценивания
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача 2 – Максимум 10 баллов

Баллы	Критерии оценивания
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

– логика изложения описания работы БПЛА: Описание того, как получена идея, описание решений по ее воплощению; конструкторско – технологическая проработка.

Максимум 10 баллов

Баллы	Критерии оценивания
9-10	Четкая логическая последовательность изложения, наличие введения, основной части и заключения. Все выводы логически вытекают из предыдущих рассуждений. Грамотное использование терминологии
7-8	Логичная структура с небольшими нарушениями последовательности. Основные выводы логичны, но есть небольшие нарушения в цепочке рассуждений. Единичные нарушения связности текста
5-6	Частичное соблюдение структуры, некоторые пропуски логических связей. Частичная логическая связь между утверждениями и обоснование решений. Поверхностный анализ основных вопросов. Проблемы с читаемостью текста
3-4	Слабая структурированность материала и связь между элементами рассуждения. Минимальное обоснование. Нарушение последовательности изложения. Отсутствие четких обоснований
1-2	Отсутствие структуры изложения и логической связи между утверждениями. Хаотичная подача материала
0	Описание работы БПЛА отсутствует или не соответствует заданию

– компоновочная схема БПЛА с пояснением составных частей.

Максимум 10 баллов.

Баллы	Критерии оценивания
9-10	Грамотное размещение всех основных элементов с учетом аэродинамики. Четкие, понятные линии, хорошая читаемость схемы. Все ключевые элементы присутствуют и обозначены. Точное соблюдение пропорций всех элементов. Обоснованное размещение всех систем с учетом их взаимодействия

7-8	Корректное расположение основных узлов, небольшие недочеты в компоновке. Хорошая проработка, небольшие недочеты в аккуратности. Допустимые отклонения в масштабе. Частичные проблемы с читаемостью мелких элементов
5-6	Частично верное размещение элементов. Частичная четкость изображения компонентов и соблюдение пропорций. Неполное соответствие аэродинамическим требованиям.
3-4	Существенные ошибки в компоновке. Размытые линии, плохая читаемость. Существенные пропуски элементов. Отсутствие учета аэродинамики. Значительные проблемы с читаемостью
1-2	Отсутствие логичной компоновки. Неразборчивая схема. Крайне неполное отображение. Полное отсутствие аккуратности
0	Компоновочная схема отсутствует или не соответствует заданию

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача №1 (10 баллов)

1. Зависший беспилотный летательный аппарат с помощью радиовысотомера определяет высоту. Время распространения электромагнитной волны t = 0,067 миллисекунды. Скорость распространения радиосигнала C = $3\cdot 10^5$ км/с. Какова высота аппарата?

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

t = 0,067 миллисекунды = $0{,}67\cdot 10^{-4}$ с;

C = $3\cdot 10^5$ км/с = $3\cdot 10^8$ м/с.

2. Радиосигнал распространяется от аппарата до поверхности Земли, отражается и возвращается к аппарату.

Путь, проходимый радиосигналом S = 2h или

2h = c·t.

3. Высота аппарата:

$h = \frac{c\cdot t}{2}$.

$h = \frac{3\cdot 10^{8}\cdot\ 0{,}67\cdot 10^{-4}}{2} = 10050\ (м)$

Ответ: 10 050 *м.*

Задача №2 (20 баллов)

Определить силу давления беспилотного летательного аппарата самолетного типа на стартовую установку. Масса аппарата m = 50 *кг,* объем V = 5 м^3, площадь контакта S = 1,5 м^2. Принять ускорение свободного падения g = 9,81 м/с^2 , плотность воздуха ρ = 1,22 кг/м^3.

Решение:

1. На аппарат действует сила тяжести $F = m\cdot g$ и выталкивающая сила Архимеда $F_{арх} = \rho\cdot V\cdot g$.
2. Сила давления:

$P = \frac{F - F_{арх}}{S}$

$P = \frac{m\cdot g - \rho\cdot V\cdot g.}{S}$

$P = \frac{50\cdot 9{,}81 - 1{,}22\cdot 5\cdot 9{,}81}{1{,}5} = 287{,}106\ (Па)$

Ответ: P = 284,8 Па

Задача №3 (30 баллов)

Беспилотный летательный аппарат поднимается на высоту h = 5 *км*и достигает скорости *v* = 360 *км/ч.* Во сколько раз работа, совершаемая при подъеме против силы тяжести, больше работы, идущей на увеличение скорости аппарата? Принять ускорение свободного паденияg = 9,81 м/с^2.

Решение:

1. Переведем исходные данные в задаче в систему СИ

h = 5 *км* = $5\cdot 10^3$*м;v* = 360 *км/ч.* = 100*м/с ;*

2. Работа, совершенная при подъеме :

$A_п = m\cdot g\cdot h$.

3. Работа, совершаемая при увеличении скорости:

$A_c = \frac{m\cdot v^2}{2}$.

4. Отношение работ:

$n = \frac{A_п}{A_c} = \frac{2\cdot m\cdot g\cdot h}{m\cdot v^2} = \frac{2\cdot g\cdot h}{v^2}$.

$n = \frac{2\cdot 9{,}81\cdot 5\cdot 10^3}{100^2} = 9{,}81.$

Ответ: n = 9,81.

Задача №4 (40 баллов)

Значение и применение БПЛА постоянно возрастает. Это связано с расширением областей их применения, а также простотой их устройства, экономичностью и высокой эффективностью.

Представьте проект беспилотного летательного аппарата вертолетного типа, выполняющего наблюдательные функции за противопожарным состоянием леса.

Проектируемый аппарат должен удовлетворять следующим требованиям.

Рабочая высота полета	200 м.
Масса	40 *кг*
Время непрерывной работы	2 часа
Скорость движения	60 км/ч
Время подъема на рабочую высоту	3 мин.
Количество электродвигателей	3
Источник питания	аккумулятор

Необходимо

1. Определить мощность электродвигателей.
2. Предложить систему наблюдения за состоянием лесного массива.
3. Представить компоновочную схему беспилотного летательного аппарата с пояснением составных частей и кратким его описанием работы.

Справочная информация для выполнения расчетов

Ускорение свободного падения $g = 9{,}81$ м/с^2

Решение:

1. Мощность, затраченная на подъем БПЛА

$N = \frac{A}{t}$

2. Работа, совершаемая БПЛА при подъеме

$A = E_п$, $E_п = m \cdot g \cdot h$.

и окончательно:

$N = \frac{mgh}{t}$,

3. Мощность одного электродвигателя:

$N = \frac{mgh}{3 \cdot t}$

$N = \frac{40 \cdot 9{,}81 \cdot 200}{3 \cdot 60} = 436$ (Вт)

Ответ: N = 436 Вт.

Критерии оценивании задач

Задача № 1

Максимальное количество баллов – **10 баллов**

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
5-7	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача №2

Максимальное количество баллов – 2**0 баллов**

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
20	Полное верное решение
16-19	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
11-15	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
5-10	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-5	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача № 3

Максимальное количество баллов – **30 баллов**

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
30	Полное верное решение
21-29	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки. Указаны выводы уравнений
15-21	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы.
8-14	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения уравнения.
1-7	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, решение отсутствует.

Задача № 4

Максимальное количество баллов – **40 баллов**

1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи.

2.Максимальная оценка **40 баллов.**

3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

Оценка проектной части проводится по следующим критериям:

– верное решение расчетной задачи.

Максимум 5 баллов

– полнота исследования проблемы: обзор и анализ (т.е. указание достоинств и недостатков) ближайших прототипов.

Максимум 5 баллов.

– оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения.

Максимум 5 баллов.

– логика изложения: Описание того, как получена идея, описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка.

Максимум 10 баллов.

– возможность практического осуществления предложенных решений.

Максимум 5 баллов.

– представленные рисунки, схемы.

Максимум 10 баллов.